

DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2000 EPO. All rts. reserv.

11158243

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 5100168 A2 930423 <No. of Patents: 002>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 5100168	A2	930423	JP 91262235	A	911009 (BASIC)
US 5294790	A	940315	US 957404	A	921006

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91262235 A 911009

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 5100168 A2 930423

LIGHT GUIDE-IN DEVICE FOR NEAR-FIELD OPTICAL MICROSCOPE (English)

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO

Author (Inventor): OTA YOSHINORI

Priority (No,Kind,Date): JP 91262235 A 911009

Applic (No,Kind,Date): JP 91262235 A 911009

IPC: * G02B-021/06

JAPIO Reference No: ; 170448P000094

Language of Document: Japanese

UNITED STATES OF AMERICA (US)

Patent (No,Kind,Date): US 5294790 A 940315

PROBE UNIT FOR NEAR-FIELD OPTICAL SCANNING MICROSCOPE (English)

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO (JP)

Author (Inventor): OHTA YOSHINORI (JP); KAJIMURA HIROSHI (JP); TODA
AKITOSHI (JP); TAKASE TSUGIKO (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 91262235 A 911009

Applic (No,Kind,Date): US 957404 A 921006

National Class: * 250216000; 250227240; 250306000

IPC: * H01J-003/14

Derwent WPI Acc No: ; G 94-091619

Language of Document: English

UNITED STATES OF AMERICA (US)

Legal Status (No,Type,Date,Code,Text):

US 5294790 P 911009 US AA PRIORITY (PATENT)

JP 91262235 A 911009

US 5294790 P 921006 US AE APPLICATION DATA (PATENT)

(APPL. DATA (PATENT))

US 957404 A 921006

US 5294790 P 921006 US AS02 ASSIGNMENT OF ASSIGNOR'S
INTEREST

OLYMPUS OPTICAL CO., LTD. 43-2, 2-CHOME,
HATAGAYA SHIBUYA-KU, TOKYO, JAPAN ; OHTA,
YOSHINORI : 19920909; KAJIMURA, HIROSHI :
19920910; TODA, AKITOSHI : 19920910; TAKASE,
TSUGIKO : 19920910

US 5294790 P 940315 US A PATENT

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2000 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04108468 **Image available**
LIGHT GUIDE-IN DEVICE FOR NEAR-FIELD OPTICAL MICROSCOPE

PUB. NO.: 05-100168 [J P 5100168 A]
PUBLISHED: April 23, 1993 (19930423)
INVENTOR(s): OTA YOSHINORI
APPLICANT(s): OLYMPUS OPTICAL CO.LTD [000037] (A Japanese Company or
 Corporation), JP (Japan)
APPL. NO.: 03-262235 [JP 91262235]
FILED: October 09, 1991 (19911009)
INTL CLASS: [5] G02B-021/06
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R012 (OPTICAL FIBERS); R095 (ELECTRONIC
 MATERIALS -- Semiconductor Mixed Crystals)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1594, Vol. 17, No. 448, Pg. 94,
 August 17, 1993 (19930817)

ABSTRACT

PURPOSE: To provide the light guide-in device which stably irradiates a sample with evanescent light on the near-field optical microscope.

CONSTITUTION: An opening part 102 is formed penetrating a silicon substrate 101. An insulating film 106 is formed on one surface of the silicon substrate 101 and covers one opening of the opening part 102. A reflection preventive film 111 is formed on the covering surface. An optical fiber 103 is inserted into and fixed in the opening part 102. A conic optical waveguide layer 108 is formed on the insulating film 106 on the opposite side from the opening part 102. The optical waveguide layer 108 is covered with a metallic film 109 except its tip, and consequently an extremely small opening 110 which transmits light is formed atop. The metallic film 109 is connected to an electrode 107 for leading out a tunneling current to be utilized since the opening 110 is arranged nearby the sample.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-100168

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)IntCl.⁵

G 0 2 B 21/06

識別記号

庁内整理番号

7246-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数7(全 9 頁)

(21)出願番号

特願平3-262235

(22)出願日

平成3年(1991)10月9日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 太田 好紀

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

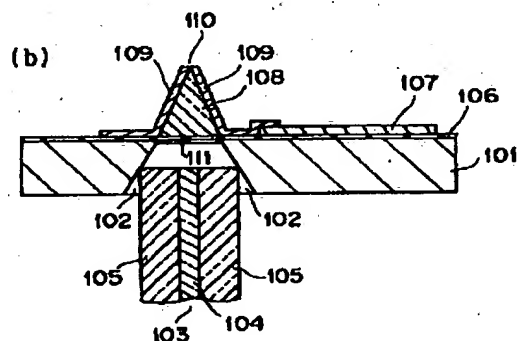
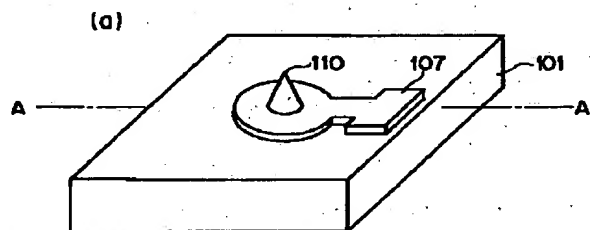
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 ニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置

(57)【要約】

【目的】ニアフィールド光学顕微鏡において安定にエバネッセント光を試料に照射する光導入装置を提供する。

【構成】シリコン基板101にはこれを貫通する開口部102が形成されている。シリコン基板101の一方の面には絶縁膜106が形成されていて、これにより開口部102の一方の開口が閉塞されている。この閉塞面には反射防止膜111が形成されている。この開口部102には光ファイバー103が挿入され固定されている。開口部102の反対側の絶縁膜106の上には円錐形状の光導波層108が形成されている。光導波層108は先端を除いて金属膜109で覆われていて、これにより先端には光を透過する微小な開口110が形成されている。金属膜109は、開口110を試料の近傍に配置するために利用するトンネル電流を取り出すための電極107に接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、半導体基板と、半導体基板の表面に形成した絶縁膜と、表面の反対側から開けた半導体基板を貫通する開口部と、開口部に装着した光ファイバーと、開口部の反対側に位置する絶縁膜上に形成した円錐形状の光導波層と、光導波層の先端を除いて光導波層の表面を覆う金属膜とを備えているニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項2】 開口部内の絶縁膜表面に反射防止膜が設けられている請求項1記載のニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項3】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、半導体基板と、一方の開口の寸法が光の波長同等以下である半導体基板を貫通する開口部と、他方の開口から開口部に装着される光ファイバーとを備えているニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項4】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、基板と、基板上に形成した光導波路とを備えており、光導波路は、入射端と射出端とを有し、射出端近傍では側面が金属膜で覆われ、射出端の寸法が光の波長同等以下であることを特徴とするニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項5】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、周期構造を持つ導波路型分布反射器を有し、光を射出する射出端の寸法が光の波長同等以下である半導体レーザーで構成されるニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項6】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、発光面を有する面発光レーザーと、発光面を覆う金属電極と、金属電極に設けた光の波長同等以下の径のピンホールとを有しているニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【請求項7】 ニアフィールド光学顕微鏡において試料に光を導く装置であって、基板と、基板上に形成した光導波路と、光導波路を覆う金属膜と、光の波長同等以下の径を有し、金属膜を貫通して光導波路に達するピンホールとを備えているニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、非常に高い分解能を有するニアフィールド顕微鏡において、試料に光を照射するための光導入装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、サブミクロンの形状観察は、通常の光学顕微鏡では光の回折により限界があり $\lambda/2$ 程度以下の位置分解能は不可能とされてきた。ところが近年、微小なピンホールから放射されるエバネッセント光

を利用し、試料表面に数nm程度の近傍から試料に光を照射し、その透過光あるいは反射光を光電子増倍管で検出するニアフィールド顕微鏡が提案され、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の微細パターンの形状観察が可能であることが示された。

【0003】 デューリッヒらの論文に掲載された走査型ニアフィールド顕微鏡を図9に示す。試料はバイモルフで駆動されるxy走査系に配置され、試料の近傍には光を試料に照射する探針が配置されている。探針は光を通す開口を先端に有し、この開口からエバネッセント光が照射される。開口からの距離に対するエバネッセント光の光対数強度を図10に示す。このグラフでは横軸は、開口からの距離 z を開口径 a で割った規格化距離 z/a で示してある。規格化距離 z/a に対する光強度の関係は、3つの領域（第3図のPROX, NEAR, FARに対応する）に分けることができ、 $z/a=0.3\sim 1$ （実際の距離にして $2\sim 5\text{nm}$ に相当する）ではエバネッセント光の強度はほぼ一定である。図9に示したニアフィールド顕微鏡では、試料と探針の間の距離をPROX領域に設定している。このため、試料は導電性とし、導電性試料と探針との間に流れるトンネル電流が一定になるように探針の z 方向の位置を制御している。

【0004】 探針の先端から試料に入射したエバネッセント光は対物レンズで集光され光電子増倍管で増幅される。このようにして、試料表面の光学的情報を含んだ光が対物レンズで集められる。探針と試料の間の距離をPROX領域に維持しつつ試料をxy走査することによりニアフィールドの光学像を得ることができる。ニアフィールド光学顕微鏡の位置分解能は探針先端の開口の大きさや検出器の感度などによって決まり、実際には 20nm 程度の解像度が得られるものと期待されている。

【0005】 サブミクロンオーダーでの形状観察はSEMやTEM等の電子線を使った方法に限られ、真空を必要とする上に得られる情報は電気的情報である。最近ではSTM, AFM等のトンネル電流や原子間力を利用した方法も実用化されつつあるが、光を使つてのサブミクロン観察は、空気中で行なえる上に、生体や細胞等の観察が困難な材料をも観察対象にできるため、その応用範囲は広い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ニアフィールド顕微鏡では、xy方向の走査系や探針の z 方向の位置決めはSTM等で用いているピエゾ素子やバイモルフを利用できるが、エバネッセント光を放射する探針の製作が問題である。

【0007】 その一例を図11に示す。まず、同図(a)に示すように機械加工等で先端を鋭利にした石英チップの表面にアルミニウム膜を蒸着で被着形成する。その後、同図(b)に示すようにこれを試料に押し付けてアルミニウム膜の先端をつぶすことによって、先端部

に開口を有する探針が得られる。この方法で作製した探針は、先端の開口の大きさが不明確である上に、使用中に開口の径が増大する（アルミニウムの内部ストレスが原因と推定される）ため、その寿命が数時間しかないという不都合がある。

【0008】本発明は、安定にエバネッセント光を試料に照射する、ニアフィールド光学顕微鏡の光導入装置の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光導入装置は、半導体基板と、半導体基板の表面に形成した絶縁膜と、表面の反対側から開けた半導体基板を貫通する開口部と、開口部に装着した光ファイバーと、開口部の反対側に位置する絶縁膜上に形成した円錐形状の光導波層と、光導波層の表面を除いて光導波層の表面を覆う金属膜とを備えている。

【0010】別の光導入装置は、半導体基板と、一方の開口の寸法が光の波長同等以下である半導体基板を貫通する開口部と、他方の開口から開口部に装着される光ファイバーとを備えている。

【0011】さらに別の光導入装置は、基板と、基板上に形成した光導波路とを備えており、光導波路は、入射端と射出端とを有し、射出端近傍では側面が金属膜で覆われ、射出端の寸法が光の波長同等以下であることを特徴とする。

【0012】また、さらに別の光導入装置は、周期構造を持つ導波路型分布反射器を有し、光を射出する射出端の寸法が光の波長同等以下である半導体レーザーで構成されている。

【0013】他の光導入装置は、発光面を有する面発光レーザーと、発光面を覆う金属電極と、金属電極に設けた光の波長同等以下の径のピンホールとを有している。

【0014】さらに他の光導入装置は、基板と、基板上に形成した光導波路と、光導波路を覆う金属膜と、光の波長同等以下の径を有し、金属膜を貫通して光導波路に達するピンホールとを備えている。

【0015】

【作用】ニアフィールド顕微鏡において、試料を照明する光は試料の近傍に配置された微小開口からの放射光であれば良い。開口の大きさは信号強度や解像度を決定する上に重要であり、その形状制御・寸法制御の高精度化が求められている。この要求を満たすためにホトリソグラフィやシリコン異方性エッチングなどを用いたマイクロマシーニングを応用した三次元微細加工を利用する。ホトリソグラフィを利用すれば、試料を照明する光の波長程度の開口を形状制御性・寸法制御性よく形成することができる。

【0016】

【実施例】本発明によるニアフィールド光学顕微鏡用光導入装置の第1実施例を図1に示す。同図(a)は本実

施例の装置の斜視図で、同図(b)はそのA-A断面図である。本実施例の光導入装置はシリコン基板101を有し、シリコン基板101にはこれを貫通する開口部102が形成されている。シリコン基板101の一方の面には絶縁膜106が形成されていて、これにより開口部102の一方の開口が閉塞されている。開口部102の底面すなわち絶縁膜106で閉塞された面には反射防止膜111が形成されている。この開口部102には、コア104とクラッド105を有する光ファイバー103が挿入され固定されている。開口部102の反対側の絶縁膜106の上には円錐形状の光導波層108が形成されている。光導波層108は先端を除いて金属膜109で覆われ、これにより光を透過する開口110が先端に設けられている。この結果、光ファイバー103から光導波層108に導入された光は、その先端の開口110からエバネッセント光として放射される。光導波層108を覆う金属膜109は、開口110を試料の近傍に配置するために利用するトンネル電流を取り出すための電極107に接続されている。

20 【0017】次に図1に示した光導入装置の製造方法について図2を参照しながら説明しよう。まず(a)に示すように、n型あるいはp型の結晶面(100)を有するシリコン基板201の表面に熱酸化膜203とシリコン窒化膜(Si_3N_4)204を形成する。シリコン窒化膜の屈折率は通常2程度なので、熱酸化膜(屈折率 $n=1.46$)の膜厚を100nm程度に選ぶと、波長 $\lambda=0.63\mu\text{m}$ の光に対して反射防止膜として機能する。また、シリコン基板201の裏面には次に行なう異方性エッチングのマスクとなる材料の膜202たとえば熱酸化膜やAu/Cr膜などを設け、この膜202に正方形に開口206を形成する。

30 【0018】次に(b)に示すように、KOHやエチレンジアミン/ピロカテコール/水混合液などの異方性エッチング液を用いてシリコン基板201をエッチングする。このとき、シリコン窒化膜204はエッチング液に溶解しないので、シリコン基板201は膜202をマスクとして裏面からエッチングされ、四角錐台の開口部205が形成される。このとき、シリコン基板201の厚さ t に対して、膜202に形成する開口206の一辺の長さ L を $L>2^{1/2}t$ に設定しておく。これにより開口部205はシリコン窒化膜204まで達する。シリコン窒化膜204は1GPa程度の残留引張り応力を有しているため、シリコン窒化膜の開口された部分207は平坦のままに保たれる。

40 【0019】続いて(c)に示すように、シリコン窒化膜204の上にホトリソグラフィで電極208を形成する。

50 【0020】その後(d)に示すように、開口部205の底面210よりも広い円形の穴211を有するマスク209をシリコン基板201の表側に距離 d だけ離して

配置する。

【0021】そして(e)に示すように、電子ビーム蒸着あるいはスパッタ等の方法でマスク209を介してシリコン窒化膜204の上にガラスを堆積させる。この間、マスク209の穴211の側面212にもガラスが堆積するため、穴211の直径は徐々に小さくなり、穴211がガラスで密閉された時点で鋭く尖った円錐形状の光導波層213がシリコン窒化膜204上に形成される。

【0022】続いて(f)に示すように、光導波層213の底部よりも大きい径の円形の穴を有するマスク214を穴の内側に光導波層213が位置するように配置し、これをマスクとして金属を蒸着して、光導波層213と電極208の一部を覆う金属膜215を形成する。

【0023】その後(g)に示すように、金属膜215の先端をイオンミリング等の物理的方法を用いて、その膜厚に相当する分だけエッチングして光導波層213の先端を露出させ開口216を形成する。エッチングの際、必要であれば先端付近にのみマスクをかけてもよい。

【0024】最後に(h)に示すように、シリコン基板201に開けた開口部205に、コア218とクラッド219を有する光ファイバー220を挿入し、接着剤で固定して、図1に示した光導入装置が作られる。

【0025】なお、上述の説明では電極208を先に形成しておき、後に金属膜215を形成したが、電極208と金属膜215は光導波層213の表面に金属を蒸着する際に電極パターンも含めたマスクを用いることにより一回の蒸着で同時に形成してもよい。

【0026】次に本発明の第2実施例である別の光導入装置の製造方法について図3を参照しながら説明する。本実施例は、光導波層の表面を覆う金属膜とシリコン基板とを電気的に接続し、シリコン基板を介してトンネル電流を取り出す点が第1実施例と異なる。

【0027】まず(a)に示すように、n型あるいはp型のシリコン基板301の表面に厚さ約0.1 μ mの熱酸化膜304とシリコン窒化膜305を形成する。本実施例ではシリコン基板301には不純物濃度が 10^{17} cm⁻³程度以上の高濃度基板を用いる。シリコン基板301の裏面には容易にオーミック接触のとれる金属膜302たとえばAu/Cr膜を設け、この金属膜302に正方形の開口303を形成する。

【0028】次に(b)に示すように、金属膜302およびシリコン窒化膜305をマスクとしてシリコン基板301を異方性エッチングし、四角錐台形状の開口部306を形成する。

【0029】続いて(c)に示すように、ホトリソグラフィによりシリコン基板301の表側に形成した絶縁膜304と305に開口307を形成してシリコン基板301の一部を露出させる。

【0030】その後(d)と(e)に示すように、円形の開口を有するマスク308をシリコン基板301の表側に配置し、電子ビーム蒸着あるいはスパッタ等の方法でマスク308を介してシリコン窒化膜305の上にガラスを堆積させ、円錐形状の光導波層309を形成する。

【0031】続いて(f)に示すように、マスク310をマスクとして金属を蒸着し、光導波路309と開口307を覆う金属膜311を形成する。このとき金属膜311の材料には、シリコン基板301と容易にオーミック接触のとれるものを選ぶ。

【0032】そして(g)に示すように、マスク312を用いてイオンミリング等のドライエッチングで光導波層309の先端部の金属膜311だけ膜厚相当分エッチングし、光導波層309の先端を露出させ開口313を形成する。

【0033】最後に(h)に示すように、シリコン基板301に形成した開口部306にコア315とクラッド316からなる光ファイバー317を挿入し、接着剤で固定する。

【0034】本発明の第3実施例である光導入装置の製造方法を図4に示す。本実施例は、異方性エッチングと側壁保護膜が堆積する反応性イオンエッチングを併用してシリコン基板に貫通孔を形成し、開口の広い側を光ファイバーからの光入力側とし、反対側を微小な光射出側とする。

【0035】まず(a)に示すように、n型あるいはp型で結晶面(100)面を有するシリコン基板401の表裏面に熱酸化膜402と403を形成し、シリコン基板401の表面に形成した熱酸化膜402に正方形の開口403を形成する。このとき開口403の一辺の長さLは、シリコン基板401の厚さtに対して、 $L < 2^{1/2}t$ となるように選ぶ。

【0036】次に(b)に示すように、熱酸化膜402をマスクとしてシリコン基板401に対して異方性エッチングを行ない、(111)面で囲まれる四角錐形状の孔404を形成する。この孔404の先端は、開口403の一辺の長さLを $L < 2^{1/2}t$ に設定しているため、シリコン基板401内側で止まる。例えば400 μ m厚のシリコン基板に対して一辺が552 μ mの開口を用いて異方性エッチングすれば裏面から10 μ mの深さの位置に孔の先端が止まることになる。

【0037】続いて(c)およびその円内を拡大した(d)に示すように、シリコン基板401に設けた孔404に対して側壁保護膜405が堆積する条件で反応性イオンエッチングを行ない、シリコン基板401に貫通孔406を形成する。側壁保護膜405が堆積する反応性イオンエッチングでは、イオン衝撃のある孔404の先端部のみ選択的にエッチングが進行するため、原理的にサブミクロンのピンホールを貫通孔406の先端に形

10

20

30

40

50

成することができる。

【0038】最後に(e)に示すように、貫通孔406の内側の側壁保護膜405と熱酸化膜402を除去し、貫通孔406に光ファイバー407を挿入し固定する。これにより貫通孔406の先端には微小な開口409が形成され、光ファイバー407から導入された光がこの開口409からエバネッセント光として放射される。

【0039】本発明による光導入装置の第4実施例を図5に示す。図において(a)は外観図、(b)は線A-Aに沿って切った断面図である。基板501の上には、バッファ層502と第1クラッド層503とコア層504と第2クラッド層505と金属膜506とが積層されている。この積層構造体の一端面には金属膜あるいは光吸収膜510が形成されている。そして、金属膜506と第2クラッド層505には、コア層504に達するピンホール507が形成されている。このピンホール507は、ホトリソグラフィにより使用する光の波長程度の径に形成されている。この装置では、コア層504に導入された光がピンホール507からエバネッセント光として放射される。本実施例によれば、光伝搬媒体に平面型の光導波路を用いているので、ホトリソグラフィにより波長程度以下のピンホールを寸法制御性よく開けることができ、従って最適なS/Nと解像度を得ることができる。

【0040】本発明による光導入装置の第5実施例を図6に示す。図において、(a)は外観図、(b)は先端付近の拡大図、(c)は線A-Aに沿って切った断面図、(d)は線B-Bに沿って切った断面図、(e)は線C-Cに沿って切った断面図である。本実施例では、シリコン基板601の上には光導波路602が設けられ、光導波路602の上には電極605と半導体レーザー603が設けられている。光導波路602は、バッファ層607と第1クラッド層608とコア層609と第2クラッド層610とで構成されている。第1クラッド層609と第2クラッド層610は先端に近づくにつれて次第に薄くなり、先端部では光導波路はコア層609だけとなり、このコア層609はその周囲が電極605で覆われている。この電極605は、先端611と試料との間の距離を制御するために使用するトンネル電流のモニター端子として使用される。半導体レーザー603から射出された光604は、光導波路602のコア層609の内部を伝搬して、先端からエバネッセント光606として放射される。

【0041】本発明による光導入装置の第6実施例を図7に示す。本実施例は、一方の光射出端側の活性層幅を波長同等以下としたDFBレーザーで構成されている。図において、(a)は平面図、(b)は線A-Aに沿って切ったDFBレーザー領域(I)の断面図、(c)は線B-Bに沿って切ったリッジ型導波路の横寸法を細く絞り込んだ領域(II)の断面図である。

【0042】本実施例は、n型GaAs基板701の上にn型GaAsバッファ層702とn型Al_{0.4}Ga_{0.6}As第1クラッド層703とGaAs活性層704とp型Al_{0.3}Ga_{0.7}Asバリア層705とp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Asガイド層706とp型Al_{0.3}Ga_{0.7}As第2クラッド層707とn型Al_{0.4}Ga_{0.6}As第3クラッド層708とp型GaAsコンタクト層709を順に積層し、領域(I)では第2クラッド層707までエッチングし、領域(II)では基板701までエッチングしてリッジを形成した後、上面を除いてリッジの覆う絶縁膜710を設け、コンタクト層709に接触するAu/CrやAu/Zn/Auなどのp型金属電極711と、基板701に接触するAu/Ni/AuGeなどのn型金属電極712とを設けて構成される。ガイド層706の内部には、周期 $m \times \lambda / 2n_{eff}$ (ここで $m = 1, 2, \dots$; λ : 空気中での波長、 n_{eff} : 活性層の実効屈折率)の回折格子713が形成されている。領域(II)の光導波路は、その幅が徐々に細くなり、最終的に波長程度以下の幅で一定になるように作り、一定となったところで劈開されている。この結果、本実施例である半導体レーザーの端面からはエバネッセント光が放射される。本実施例によれば、光源を試料の間近に直接配置できるので、光ファイバーや光学系を途中で挿入する必要がないという利点がある。

【0043】本発明による光導入装置の第7実施例を図8に示す。面発光レーザーの発光面をピンホールを有する膜で覆って構成され、このピンホールからエバネッセント光を放射する。

【0044】n型GaAs基板801の上には、n型GaAsバッファ層802、n型Al_{0.1}Ga_{0.9}As/AlAs半導体多層膜反射鏡803、p型GaAs804、活性層805、p型Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層806、p型Al_{0.1}Ga_{0.9}Asキャップ層807、n型GaAs808、p型GaAs809、絶縁膜810、Au/Zn/Auなどのp型金属電極811が順に積層され、基板801の下面にAu/Ni/AuGeなどのn型金属電極812が設けられている。n型GaAs808は電流挟窄層を形成し、p型電極811からp型GaAs809、p型Al_{0.1}Ga_{0.9}As807、p型Al_{0.3}Ga_{0.7}As806を経由して活性層805へ注入された電荷は、ここで再結合し発光する。活性層805での発光した光は半導体多層膜803とn型金属電極811とで構成される共振器で往復し誘導放出を起こす。活性層805上のn型電極811の中央部にはホトリソグラフィで形成された波長同等以下のピンホール813が開けられており、このピンホール813からエバネッセント光が放射される。本実施例によれば、第6実施例と同様に光源を試料の間近に直接配置できるので、光ファイバーや光学系を途中で挿入する必要がないという利点がある。

【0045】

【発明の効果】本発明では、その製造においてホトリソグラフィ等のマイクロマシーニング技術を用いているため、光を射出する微小開口が形状および寸法の制御性良く形成されている光導入装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光導入装置の第1実施例を示す。

【図2】図1の装置の製造方法を説明するための図である。

【図3】本発明の第2実施例である光導入装置の製造工程を説明するための図である。

【図4】本発明の第3実施例である光導入装置の製造工程を説明するための図である。

【図5】本発明による光導入装置の第4実施例を示す。

【図6】本発明による光導入装置の第5実施例を示す。

【図7】本発明による光導入装置の第6実施例を示す。

【図8】本発明による光導入装置の第7実施例を示す。

【図9】ニアフィールド顕微鏡の構成を示す。

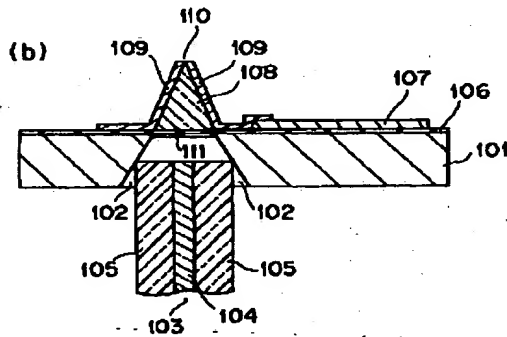
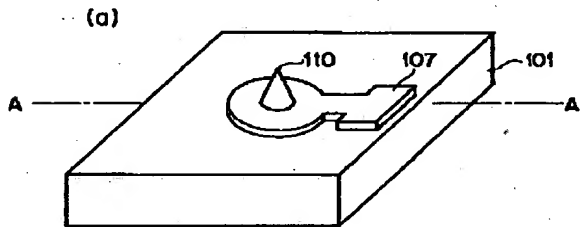
【図10】開口からの距離に対するエバネッセント光の光対数強度を示すグラフである。

【図11】ニアフィールド顕微鏡で使用する、エバネッセント光を放射する探針の一例を示す。

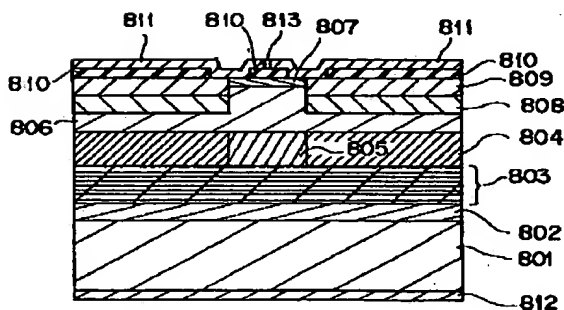
【符号の説明】

101…シリコン基板、102…開口部、103…光ファイバー、108…光導波層、109…金属膜。

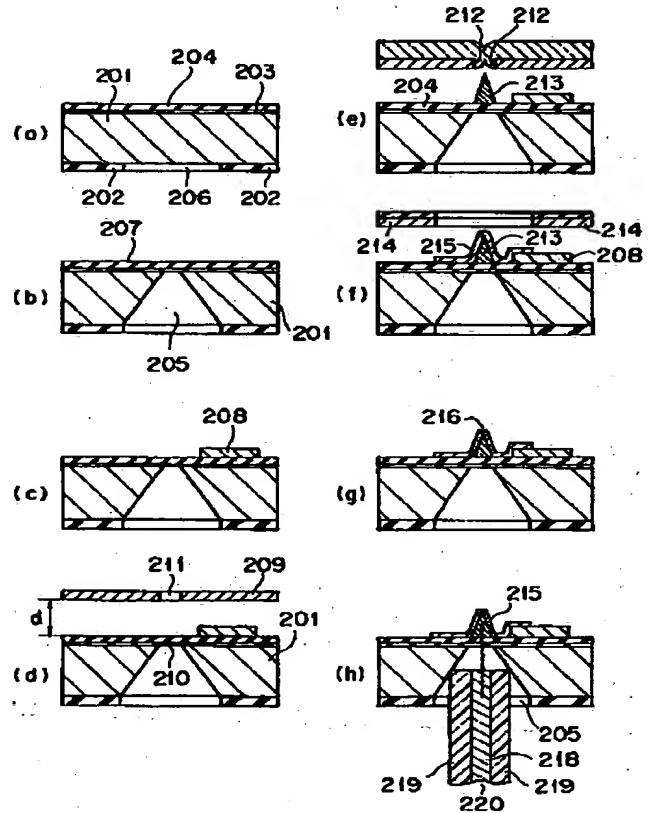
【図1】



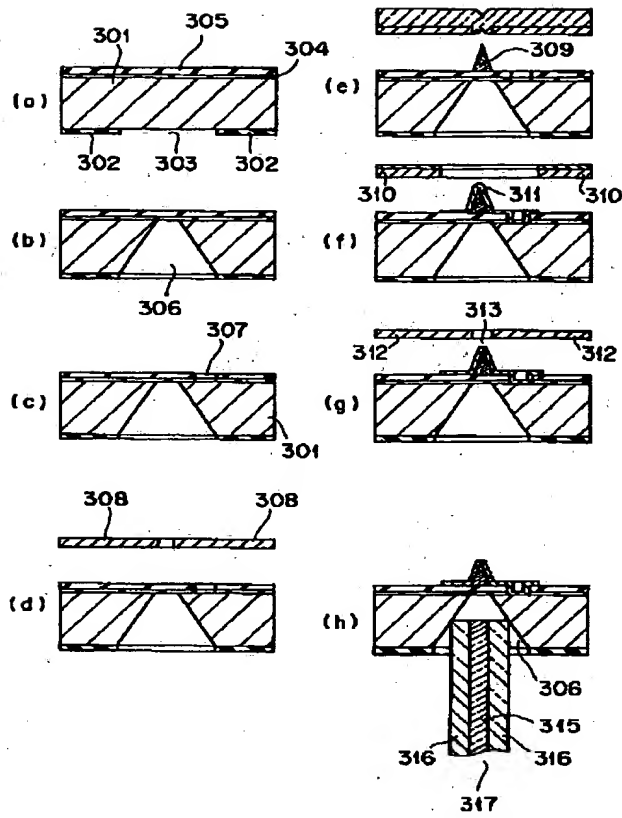
【図8】



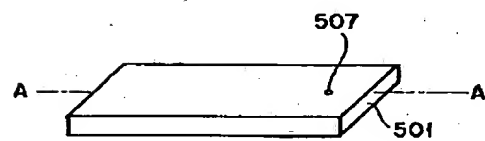
【図2】



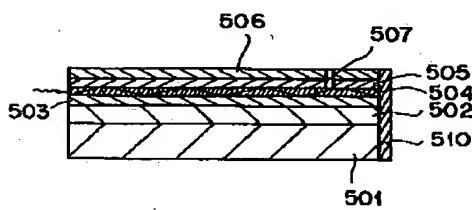
【図3】



【図5】

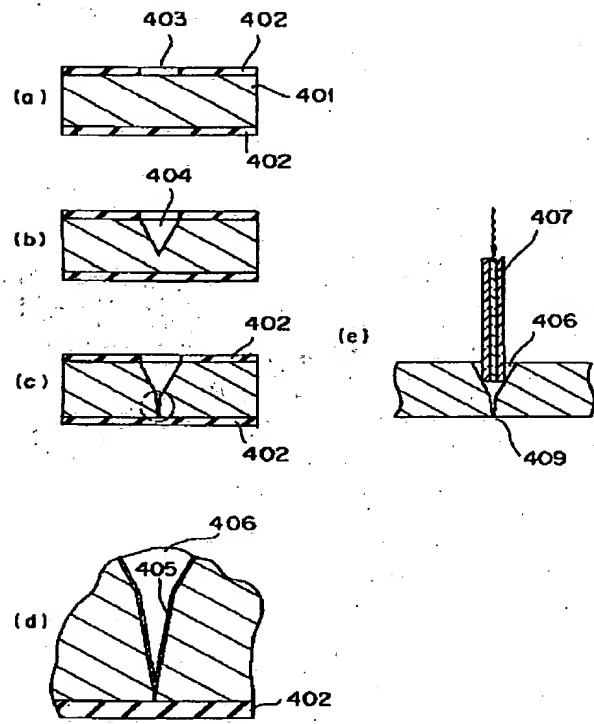


(a)

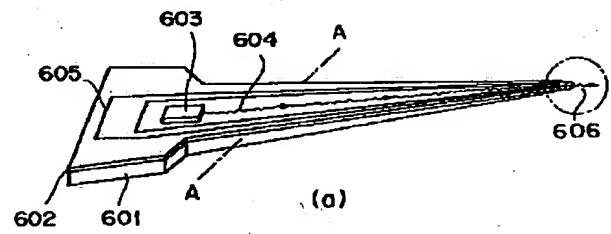


(b)

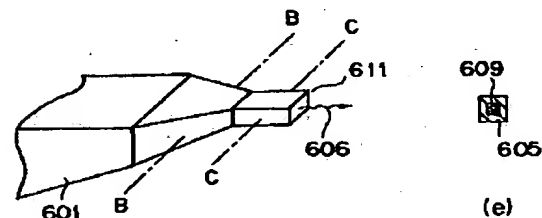
【図4】



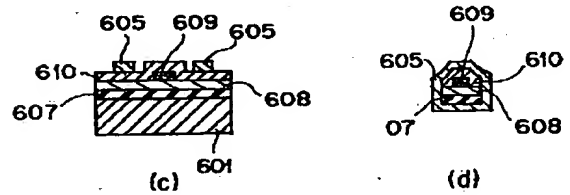
【図6】



(a)



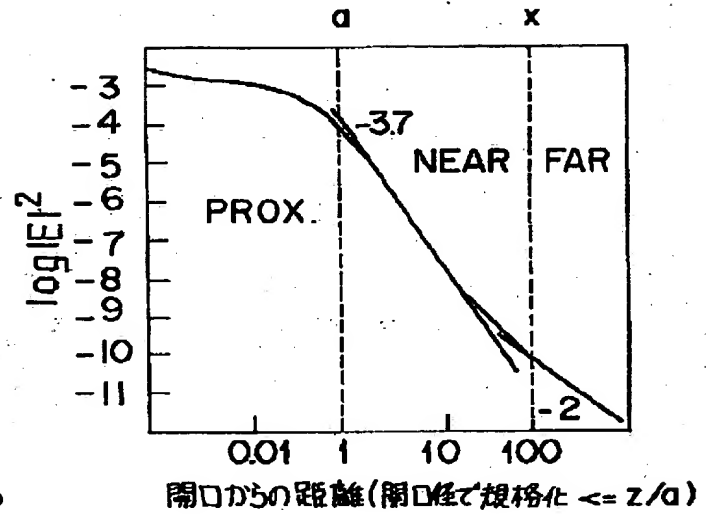
(b)



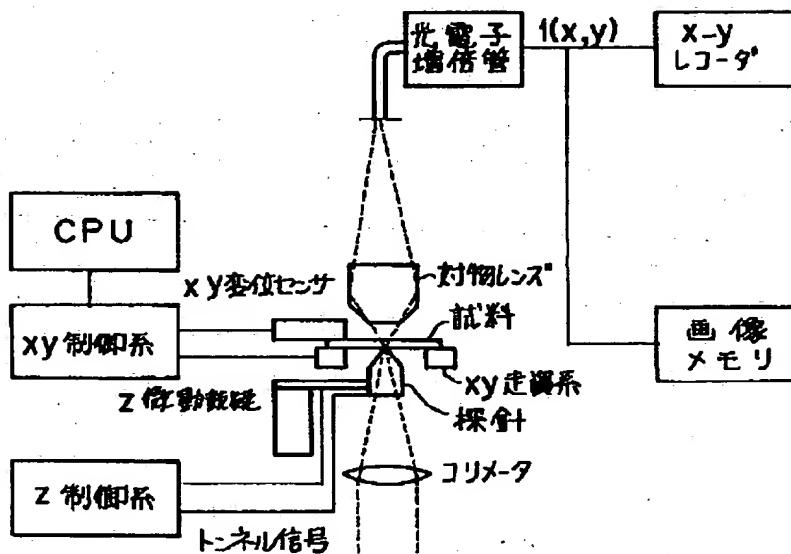
(c)

(d)

【☒ 10】



【図9】



【図11】

